

# **Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)**

International application number: PCT/AT05/000041

International filing date: 10 February 2005 (10.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: AT  
Number: A 832/2004  
Filing date: 13 May 2004 (13.05.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 11 March 2005 (11.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



**ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT**  
A-1200 Wien, Dresdner Straße 87

Kanzleigebühr € 17,00  
Schriftengebühr € 65,00

Aktenzeichen **A 832/2004**

Das Österreichische Patentamt bestätigt, dass

**die Firma AVL LIST GMBH  
in A-8020 Graz, Hans-List-Platz 1  
(Steiermark),**

am **13. Mai 2004** eine Patentanmeldung betreffend

**"Vorrichtung und Verfahren zur Bestimmung von Betriebsparametern  
von Einzelzellen oder Kurzstacks von Brennstoffzellen",**

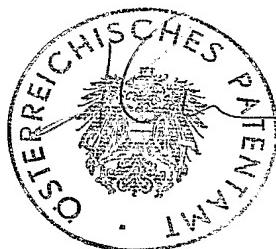
überreicht hat und dass die beigeheftete Beschreibung samt Zeichnungen mit der ursprünglichen, zugleich mit dieser Patentanmeldung überreichten Beschreibung samt Zeichnungen übereinstimmt.

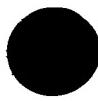
Österreichisches Patentamt  
Wien, am 21. Februar 2005

Der Präsident:

i. A.

**HRNCIR**  
Fachoberinspektor





## AT PATENTSCHRIFT

(11) Nr.

*(Bei der Anmeldung sind nur die eingerahmten Felder auszufüllen - bitte fett umrandete Felder unbedingt ausfüllen!)*

(73) Patentinhaber:

**AVL LIST GMBH  
in Graz (AT)**

(54) Titel:

**Vorrichtung und Verfahren zur Bestimmung von Betriebsparametern von Einzelzellen oder Kurzstacks von Brennstoffzellen**

(61) Zusatz zu Patent Nr.

(66) Umwandlung von

(62) gesonderte Anmeldung aus (Teilung):

(30) Priorität(en):

--

(72) Erfinder:

(22) (21) Anmeldetag, Aktenzeichen:

13. Mai 2004,

(60) Abhängigkeit:

(42) Beginn der Patentdauer:

Längste mögliche Dauer:

(45) Ausgabetag:

(56) Entgegenhaltungen, die für die Beurteilung der Patentierbarkeit in Betracht gezogen wurden:

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Bestimmung von Betriebsparametern von Einzelzellen oder Kurzstacks von Brennstoffzellen, vorzugsweise von Mittel- oder Hochtemperaturbrennstoffzellen. Beispielsweise werden die Betriebsparameter von Festoxid-Brennstoffzellen (SOFC) oder von Schmelzkarbonat-Brennstoffzellen (MCFC) bestimmt.

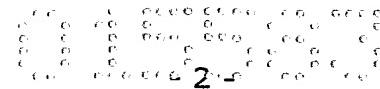
Derartige Vorrichtung und Verfahren dienen zur Charakterisierung und Überprüfung von Brennstoffzellen Einzelzellen oder kurzen Zellstapeln beispielsweise in deren Abhängigkeit von der Temperaturverteilung über der Zellfläche

Einzelzellen und Kurzstacks von z.B. Festoxid-Brennstoffzellen (SOFC) müssen in der Entwicklung und ggf. auch in der Qualitätssicherung bezüglich ihrer Betriebs-eigenschaften vermessen werden. Diese Prüf- und Qualitätssicherungsverfahren werden zur Gewährleistung einer hohen und gleichmäßigen Umgebungstemperatur bisher in einem Ofen durchgeführt in welcher Temperaturen im Bereich von 300 °C bis 1000 °C aufrecht erhalten kann.

Die Temperaturverteilung in der Ebene der Zellfläche wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst. Bei der SOFC sind dies vor allem die Strömungsorientierung von Anode zu Kathode (cross-, co-, counter-flow) und der interne Umsatz der Reformierungsreaktion auf der Anodenseite, sowie der Volumenstrom und die Eintrittstemperatur der Kühlluft. Weiters beeinflusst natürlich die Gestaltung der Strömungsfelder („flow field design“) die Temperaturverteilung.

Die zu lösenden Probleme stellen sich wie folgt dar:

- Die bei der Überprüfung der Einzelzelle ermittelten Daten sollen möglichst direkt auf die Eigenschaften eines ganzen Brennstoffzellenstapels bzw. Brennstoffzellenstack schließen lassen. Ein Ofen kann die ungleichen Temperaturverteilung über der Zellfläche, die im Stack vor und hinter der untersuchten Zelle folgen würden, nur durch eine konstante Temperatur simulieren.
- Weiters ist keine gezielte Einstellung von Temperaturverteilungen möglich, um zum Beispiel den Einfluss anderer Temperaturverteilungen auf die Zelleigenschaften (elektrische Leistung, Lebensdauer bzw. Standzeit, etc.) zu untersuchen.
- Wegen der mit einem schlechten Wirkungsgrad behafteten Wärmeübertragung der erhitzten Ofenluft zum Brennstoffzellenstack bzw. der Einzelzelle im Ofen sind die Heizleistungen begrenzt. Somit ist nur ein langsames Aufheizen möglich.



- Die bei der Aufheizung einer SOFC aus vielen Einzelzellen entstehenden Gradienten können nicht realistisch abgebildet, d.h. der Einzelzelle aufgeprägt werden.
- Parameter für Simulationsmodelle müssen aus experimentellen Betriebsdaten abgeleitet werden, die bei einer ungleichen und schlecht messbaren Temperaturverteilung bestimmt werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, ausgehend von Vorrichtungen und einem Verfahren zur Messung von Betriebsparametern von Einzelzellen oder Kurzstacks von Mittel- oder Hochtemperaturbrennstoffzellen der eingangs beschriebenen Art, Verbesserungen derart vorzuschlagen, dass die in einem Brennstoffzellenstack herrschenden Temperaturverhältnisse für Entwicklungs- und Qualitätssicherungszwecke besser simuliert werden können.

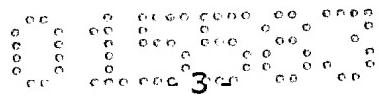
Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass parallel zur Brennstoffzellen-Ebene an eine oder bevorzugt an beide Außenflächen der Einzelzelle oder des Kurzstacks flächige Heizelemente angepresst werden, sowie dass über die Heizelemente eine vorgebbare Temperatur  $T_H$  für die Brennstoffzelle eingestellt und zumindest ein Betriebsparameter der Brennstoffzelle in Abhängigkeit der eingestellten Temperatur gemessen wird. In Abhängigkeit der Temperatur  $T_H$  oder des zeitlichen Verlaufs von  $T_H$  können beispielsweise Parameter wie die Temperatur, Strom- und Spannungswerte, die Zusammensetzung der Prozessgase, der Prozessgasdruck oder aber auch die Lebensdauer der Brennstoffzelle oder einzelner Bestandteile der Brennstoffzelle bestimmt werden.

Die oben angeführten Probleme können somit durch direkt oder über eine Zwischenschicht an der Einzelzelle anliegende Heizplatten gelöst werden, wobei die Heizplatten flächig aufgepresst werden, um die zum Betrieb der Zelle notwendige Spannkraft auf die Zelle zu leiten. Damit kann ein zeitlicher Temperaturverlauf bzw. Temperaturgradient vorgegeben werden, mit welchem unterschiedliche Betriebszustände der Brennstoffzelle, wie Start, Lastwechsel oder Dauerbetrieb, simuliert werden können.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann durch eine Unterteilung der flächigen Heizelemente in einzelne, separat ansteuerbare Segmente eine flächige Temperaturverteilung bzw. ein flächiger Temperaturgradient vorgegeben werden.

So können einerseits vorgebbare Temperaturfelder im Prüfling generiert werden, oder andererseits die Temperaturverteilung eingestellt werden, die sich in einem großen Zellverbund ergeben würde.

Damit können Eigenschaften eines ganzen Brennstoffzellen-Stapels an einer Einzelzelle gemessen werden. Hierzu muss die sich im Betrieb des Stapels bildende



Temperaturerteilung (die sogenannte intrinsische Temperaturverteilung) gefunden und von außen simuliert werden.

Beispielsweise kann erfindungsgemäß die Temperatur  $T_z$  in der Brennstoffzelle und die Temperatur  $T_h$  im Heizelement oder in den einzelnen Heizelementsegmenten gemessen und die Temperatur  $T_h$  im Heizelement derart geregelt werden, dass die Heizleistung einer angrenzenden Nachbarzelle simuliert wird.

Dazu wird bei konstanten, realistischen Betriebsbedingungen (bekannten Gas-eintrittstemperaturen, konstanten Anoden- und Kathoden-Stöchiometrien, konstantem elektrischem Strom) die Temperatur  $T_h$  im Heizelementsegment variiert. Es ergibt sich ein Temperaturverlauf  $T_z$ , mit welchem die intrinsische Temperatur  $T_i$  bestimmt werden kann (siehe detaillierte Beschreibung zu Fig. 8).

Um extreme Temperaturgradienten zu erzeugen, kann die Temperatur  $T_z$  der Brennstoffzelle zusätzlich durch Anbringen und Entfernen von äußeren Isolier-elementen oder durch aktive Kühllemente eingestellt oder variiert werden.

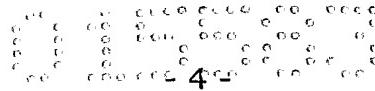
Erfindungsgemäß kann weiters durch eine zyklische Ausprägung extremer zeitlicher und/oder flächiger Temperaturgradienten ein beschleunigter Alterungs-prozess der Brennstoffzelle simuliert werden. Auf diese Weise können in kurzen Versuchsläufen rasch Schwachstellen einer neuen Entwicklung aufgedeckt werden. Weiters kann auf die Lebensdauer bzw. Standzeit im Normalbetrieb der Brennstoffzelle geschlossen werden.

Schließlich können durch Simulationsmodelle oder Modellrechnungen bestimmte elektrochemische Parameter der Brennstoffzelle mit den gemessenen Werten für diese Parameter verglichen und die Simulationsmodelle entsprechend angepasst werden. Hierzu kann zum Beispiel der Brennstoffzelle ein komplett isothermer Betrieb aufgeprägt werden, so daß die gemessenen Parameter (z.B. reaktions-kinetische Größen) einer Temperatur zugeordnet werden können.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zeichnet sich vor allem dadurch aus, dass parallel zur Brennstoffzellen-Ebene an einer oder bevorzugt an beiden Außenflächen der Einzelzelle oder des Kurzstacks flächige Heizelemente angeordnet sind, welche mit einer Steuer- und Auswerte-einrichtung zur Einstellung einer vorgebbaren Temperatur verbunden sind.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von schematischen Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen: Fig. 1 eine erfindungsgemäße Messvorrichtung für eine Einzelzelle ei-ner SOFC in einer Schnittdarstellung, Fig. 2 eine Ausführungsvariante der Mess-vorrichtung in einer Schnittdarstellung gemäß Fig. 1, Fig. 3 eine weitere Ausfüh-



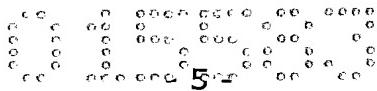
rungsvariante der erfindungsgemäßen Messvorrichtung in einer Schnittdarstellung, Fig. 4 die Messvorrichtung gemäß Fig. 3 in einer Schrägansicht, Fig. 5 eine weiter Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Messvorrichtung in einer Schnittdarstellung, Fig. 6 die Messvorrichtung gemäß Fig. 5 in einer Schrägansicht, Fig. 7 eine weiter Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Messvorrichtung in einer Schnittdarstellung sowie Fig. 8 ein Diagramm mit einer sich anhand von realistischen Materialwerten ergebenden Temperaturkurve.

Fig. 1 zeigt eine Messvorrichtung 1 für Einzelzellen 2 von Mittel- oder Hochtemperaturbrennstoffzellen, vorzugsweise von Festoxid-Brennstoffzellen (SOFC) oder von Schmelzkarbonat-Brennstoffzellen (MCFC). Zur Simulation eines vorgebbaren Temperaturverlaufs sind parallel zur Brennstoffzellen-Ebene  $\varepsilon$  an einer oder bevorzugt an beiden Außenflächen 3 der Einzelzelle 2 flächige Heizelemente 4 angeordnet, welche mit einer Steuer- und Auswerteeinrichtung 5 zur Einstellung und Regelung einer vorgebbaren Temperatur verbunden sind.

Zum Anpressen der Heizelemente 4 an die Außenflächen 3 der Einzelzelle 2 ist eine in Fig. 1 nur schematisch angedeutete Spannvorrichtung 6 vorgesehen. Mit 7 und 8 sind die Zu- bzw. Ablaufleitungen für die Prozessgase gekennzeichnet.

Wie in der Ausführungsvariante gemäß Fig. 2 dargestellt, kann jedes der Heizelemente 4 in mehrere, separat ansteuerbare Segmente 4a, 4b, bzw. 4a', 4b' unterteilt sein, um einen flächigen bzw. örtlichen Temperaturgradienten erzeugen zu können. Dargestellt ist hier ein aus zwei Einzelzellen 2 bestehender Kurzstack 10.

Bei der in den Fig. 3 und 4 dargestellten Ausführungsvariante sind in der Einzelzelle 2 und in den Heizelementen 4 Temperatursensoren 9, 9' im Wesentlichen übereinander angeordnet, welche mit einem Regelkreis in der Steuer- und Auswerteeinrichtung 5 verbunden sind. Weiters weisen die Heizelemente 4 äußere, thermische Isolierelemente 11 an der Oberseite und an der Unterseite sowie Isolierelemente 11' an den Seitenflächen auf, welche einzeln abnehmbar sind, so dass unterschiedliche Temperaturgradienten erzeugt werden können. Zwischen dem Heizelement 4 und der Oberfläche der Einzelzelle 2 können auch Übertragungselemente (nicht dargestellt) eingeschoben sein, die den Anpressdruck verteilen oder den Wärmestrom gezielt in Teilflächen der Einzelzelle 2 einleiten. Um den Wärmestrom in oder aus der Brennstoffzelle exakter messen zu können, kann auch eine dünne, thermisch isolierende Zwischenschicht 14 zwischen Heizelement 4 und Brennstoffzelle angebracht sein. So entstehen für einen gegebenen Wärmestrom höhere und damit besser messbare Temperaturunterschiede an den Messpunkten der Temperatursensoren 9, 9'. Zusätzlich zu den Temperatursensoren 9, 9' oder anstelle der Temperatursensoren können auch Wärmefluss-



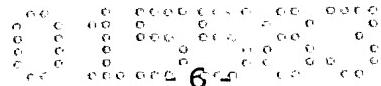
sensoren angeordnet sein. Mit 15 und 16 sind diverse elektrische Anschlüsse für den Brennstoffzellenstrom und die Heizelemente bezeichnet.

Bei der in den Fig. 5 und 6 dargestellten Ausführungsvariante der Messvorrichtung 1 ist jedes der Heizelemente 4 in mehrere, separat ansteuerbare Segmente 4a, 4b, 4c und 4d bzw. 4a', 4b', 4c' und 4d' unterteilt. Die äußere Isolierung 11 bzw. 11' ist zur besseren Übersicht abgenommen, kann jedoch auch entsprechend segmentiert sein. Weiters kann zwischen den an einer Außenfläche 3 der Einzelzelle 2 angeordneten Heizelementsegmenten 4a, 4b, 4c, und 4d bzw. 4a', 4b', 4c', und 4d' jeweils ein thermische Isolierelemente 13 angeordnet sein. Die einzelnen Segmente sind dadurch zueinander thermisch isoliert und beeinflussen sich gegenseitig nicht.

Es ist weiters möglich in die äußeren Isolierelementen 11, 11' (siehe Fig. 3) und/oder in die zwischen den Heizelementsegmenten 4a bis 4d' angeordneten Isolierelemente 13 (siehe Fig. 5) aktive Kühlelemente 12, beispielsweise Wärmetauscher für ein Kühlmedium, einzubauen. Die Wärmeabfuhr nach außen für jedes Segment 4a bis 4d' kann daher entweder durch Verändern der thermischen Isolation 11, 11' oder/und durch aktive Kühlung von außen modifiziert werden.

Die nicht im Detail dargestellten Gasanschlüsse, die elektrische Kontaktierung und die Temperatur-Messung der Einzelzellen 2 kann über Anpressen an die begrenzenden Schichten der Einzelzelle, die sogenannten Interkonnektoren, erfolgen. (Die Interkonnektoren sind eine elektrisch leitende gasdichte Schichten, die Kathodengase von den Anodengasen der nächsten Zelle im Zellverbund trennen.) Durch die äußere mechanische Kraft (Spannmechanismus gemäß Fig. 3 oder 4) können Dichtungen komprimiert werden, die die Gasanschlüsse abdichten. Ebenfalls mit Hilfe der äußeren Kraft kann die elektrische Kontaktierung zur Stromabführung oder zur Messung der Zellspannung realisiert werden. Auch Temperatursensoren können so an die Zelle angepresst werden.

Strom und Spannung der Brennstoffzelle können, wie die Temperatur, an flächig verteilten Stellen der Interkonnektoren gemessen bzw. abgenommen werden. Bei sehr dünnen Interkonnektoren (Dicke < 1mm) oder solchen mit einer niedrigen elektrischen Leitfähigkeit ist es meist unverzichtbar, den Strom über der Brennstoffzellenfläche an mehreren Stellen flächig abzunehmen. Ansonsten würden sich große ohmsche Leitungsverluste beim Durchströmen der dünnen Interkonnektoren ergeben, die die Messergebnisse verfälschen. Für den Fall schlecht leitfähiger Interkonnektoren wird in den bisher beschriebenen Aufbau (siehe Fig. 5) in der isolierenden Zwischenschicht 14 ein Stromsammler 17 mit flächig verteilten Kontaktstellen angeordnet. Eine derartige Ausführungsvariante ist in Fig. 7 beschrieben.



Diese Stromsammler 17 können in mehrere separat kontaktierbare Segmente 17a, 17b, 17a' 17b' unterteilt sein und somit z.B. eine den Heizelementen 4a bis 4b' entsprechende Segmentierung aufweisen.

So ist eine nach Segmenten aufgelöste Strom- und Spannungsmessung möglich. Darüber hinaus können den einzelnen Segmenten Ströme aufgeprägt werden und zugehörige elektrische Diagnoseverfahren wie Impedanz-Spektroskopie durchgeführt werden.

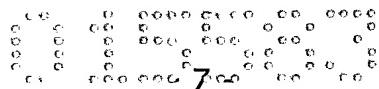
Gemäß Diagramm in Fig. 8 wird die Temperatur  $T_H$  im Heizelementsegment variiert. Es ergibt sich der dargestellte Temperaturverlauf  $T_Z$  in der Einzelzelle. Bei jener  $T_H$ , wo  $T_Z$  bei steigendem  $T_H$  von  $T_Z > T_H$  zu  $T_Z < T_H$  übergeht, kann die intrinsische Temperatur  $T_i$  bestimmt werden.

Nach Bestimmung von  $T_i$  ist zusätzlich eine Kompensation der Wärmeleitung in den Interkonnektoren und ggf. vorhandenen Stromsammlern 17 gemäß Fig. 7 erforderlich. Die Einzelzelle 2 wird durch zwei Interkonnektoren begrenzt. In einem realen Zellstapel wären nur zwei halbe Interkonnektoren der Einzelzelle zuzuordnen, weil die angrenzenden Zellen diese Interkonnektoren ebenfalls verwenden. Daher muss die Wärmeleitung, die durch einen der beiden Interkonnektoren erfolgt, kompensiert werden. Auch die ggf. vorhandenen Stromsammler tragen zur planaren Wärmeleitung bei. Ihr Einfluß auf  $T_i$  muß ebenfalls rechnerisch ermittelt werden. In die Kompensationsrechnung gehen also die gemessenen  $T_i$  in den Segmenten und die Wärmeleitung durch die beschriebenen zusätzlichen Komponenten ein. Ergebnis der Kompensationsrechnung sind  $T_i(\text{berechnet})$ , die sich im realen Zellverbund einstellen würden.

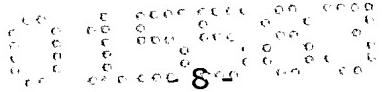
Um die Zelle bei der realen intrinsischen Temperaturverteilung zu betreiben sind die in der Kompensationsrechnung ermittelten Temperaturen mithilfe der Heizelemente der Zelle aufzuprägen.

Neben der direkteren Übertragung der Einzelzellen-Messergebnisse auf die Verhältnisse im Brennstoffzellenstack ergeben sich somit folgende wertvolle Untersuchungsmöglichkeiten an Einzelzellen und kurzen Zellstapeln:

- Simulationsmodelle für SOFC-Brennstoffzellen können umfassend validiert werden, indem zum Beispiel verschiedene Temperaturverteilungen aufgeprägt und die sich ergebenden elektrochemischen Eigenschaften mit den Simulationsergebnissen verglichen werden.
- Transiente Vorgänge und insbesondere der Start kann realistisch nachgebildet werden.

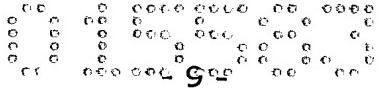


- Die minimal erreichbare Startzeit bei weitgehend gradientenfreier Aufheizung kann untersucht werden.
- Durch die zyklische Aufprägung von extremen Gradienten können beschleunigte Alterungsversuche definiert und durchgeführt werden.

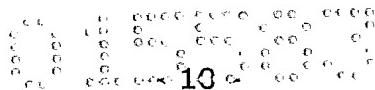


## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Bestimmung von Betriebsparametern von Einzelzellen oder Kurzstacks von Brennstoffzellen, vorzugsweise von Mittel- oder Hochtemperaturbrennstoffzellen, **dadurch gekennzeichnet**, dass parallel zur Brennstoffzellen-Ebene an eine oder bevorzugt an beide Außenflächen der Einzelzelle oder des Kurzstacks flächige Heizelemente angepresst werden, sowie dass über die Heizelemente eine vorgebbare Temperatur  $T_H$  für die Brennstoffzelle eingestellt und zumindest ein Betriebsparameter der Brennstoffzelle in Abhängigkeit der eingestellten Temperatur  $T_H$ , gemessen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein zeitlicher Temperaturverlauf bzw. Temperaturgradient vorgegeben wird, mit welchem unterschiedliche Betriebszustände der Brennstoffzelle, wie Start, Lastwechsel oder Dauerbetrieb, simuliert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch eine Unterteilung der flächigen Heizelemente in einzelne, separat ansteuerbare Segmente eine flächige Temperaturverteilung bzw. ein flächiger Temperaturgradient vorgegeben wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch eine zyklische Ausprägung extremer zeitlicher und/oder flächiger Temperaturgradienten ein beschleunigter Alterungsprozess der Brennstoffzelle simuliert wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch Simulationsmodelle oder Modellrechnungen bestimmte elektro-chemische Parameter der Brennstoffzelle mit den gemessenen Werten für diese Parameter verglichen und die Simulationsmodelle entsprechend angepasst werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Temperatur  $T_Z$  in der Brennstoffzelle und die Temperatur  $T_H$  im Heizelement oder in den einzelnen Heizelementsegmenten gemessen und die Temperatur  $T_H$  im Heizelement derart geregelt werden, dass die Heizleistung einer angrenzenden Nachbarzelle simuliert wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Temperatur  $T_Z$  der Brennstoffzelle zusätzlich durch Anbringen und Entfernen von äußeren Isolierelementen oder durch aktive Kühlelemente eingestellt oder variiert wird.



8. Vorrichtung (1) zur Bestimmung von Betriebsparametern von Einzelzellen (2) oder Kurzstacks (10) von Brennstoffzellen, vorzugsweise von Mittel- oder Hochtemperaturbrennstoffzellen, **dadurch gekennzeichnet**, dass parallel zur Brennstoffzellen-Ebene ( $\varepsilon$ ) an einer oder bevorzugt an beiden Außenflächen (3) der Einzelzelle (2) oder des Kurzstacks (10) flächige Heizelemente (4) angeordnet sind, welche mit einer Steuer- und Auswertereinrichtung (5) zur Einstellung einer vorgebbaren Temperatur verbunden sind.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass in jeder Einzelzelle (2) und in den Heizelementen (4) Temperatursensoren (9, 9') angeordnet sind, welche mit einem Regelkreis in der Steuer- und Auswertereinrichtung (5) verbunden sind.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass jedes der Heizelemente (4) in mehrere, separat ansteuerbare Segmente (4a, 4b, 4c,...) unterteilt ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Heizelemente (4) oder deren Segmente (4a, 4b, 4c,...) abnehmbare, äußere Isolierelemente (11, 11') aufweisen.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen den an einer Außenfläche (3) der Einzelzelle (2) angeordneten Heizelementsegmenten (4a, 4b, 4c,...) thermische Isolierelemente (13) angeordnet sind.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die äußeren Isolierelemente (11, 11') und/oder die zwischen den Heizelementsegmenten (4a, 4b, 4c,...) angeordneten Isolierelemente (13) aktive Kühléléments (12), beispielsweise Wärmetauscher für ein Kühlmedium, aufweisen.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen den Außenflächen (3) der Einzelzelle (2) und den Heizelementen (4) oder Heizelementsegmenten (4a, 4b, 4c,...) eine dünne thermisch isolierende Zwischenschicht (14) angeordnet ist.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der isolierenden Zwischenschicht (14) ein Stromsammler (17) mit flächig verteilten Kontaktstellen angeordnet ist.

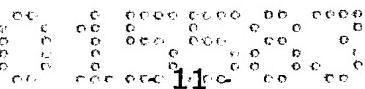


16. Vorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stromsammler (17) in mehrere, separat kontaktierbare Segmente (17a, 17b, 17a', 17b') unterteilt ist.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Anpressen der Heizelemente (4) an die Außenflächen (3) der Einzelzelle (2) oder des Kurzstacks (10) und/oder der äußeren Isolierelemente (11) und/oder der thermisch isolierenden Zwischenschicht (14) eine Spannvorrichtung (6) vorgesehen ist.
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass der dichtende Anschluss der Gasanschlüsse und die elektrischen Anschlüsse der Einzelzelle (2) oder des Kurzstacks (10) mit Hilfe des Anpressdruckes der Spannvorrichtung (6) hergestellt sind.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuer- und Auswerteeinrichtung (5) Mittel zur Bestimmung zumindest der Temperatur, der Strom- und Spannungswerte, der Zusammensetzung der Prozessgase, des Prozessgasdruckes oder der Lebensdauer der Brennstoffzelle aufweist.

2004 05 13

Lu

Patentanwalt  
Dipl.-Ing. Mag. Michael Babeluk  
A-1150 Wien, Mariahilfer Gäßel 39/17  
Tel.: (+43 1) 892 49 03-0 Fax: (+43 1) 892 89 333  
E-mail: patent@babeluk.at



## **Z U S A M M E N F A S S U N G**

Die Erfindung betrifft ein Vorrichtung und ein Verfahren zur Bestimmung von Betriebsparametern von Einzelzellen (2) oder Kurzstacks (10) von Brennstoffzellen, vorzugsweise von Mittel- oder Hochtemperaturbrennstoffzellen. Zur Simulation eines vorgebbaren Temperaturverlaufs sind parallel zur Brennstoffzellen-Ebene ( $\varepsilon$ ) an einer oder bevorzugt an beiden Außenflächen (3) der Einzelzelle (2) oder des Kurzstacks (10) flächige Heizelemente (4) angeordnet, welche mit einer Steuereinrichtung (5) zur Einstellung einer vorgebbaren Temperatur verbunden sind.

Fig. 1

A 8 32 / 200 4

Urtext

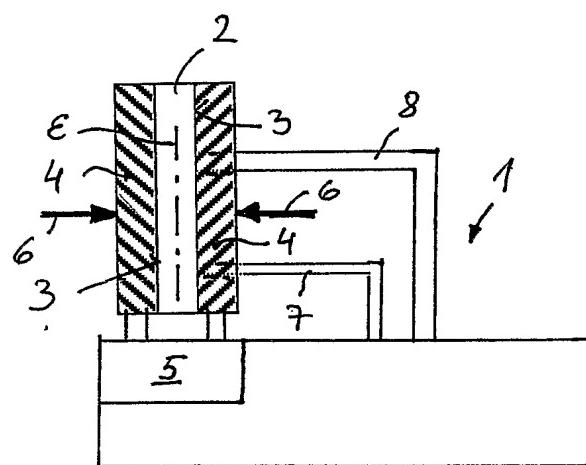


Fig. 1

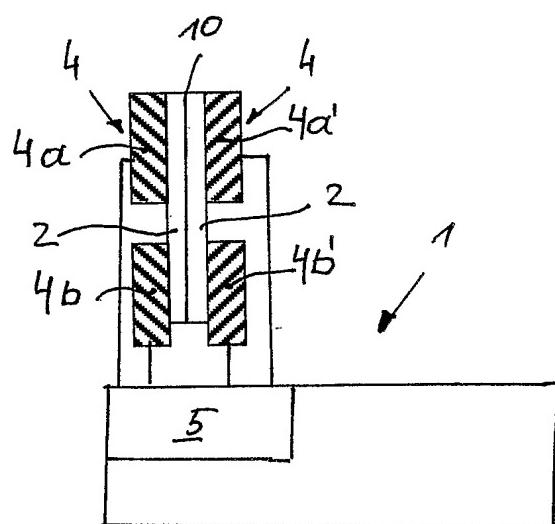
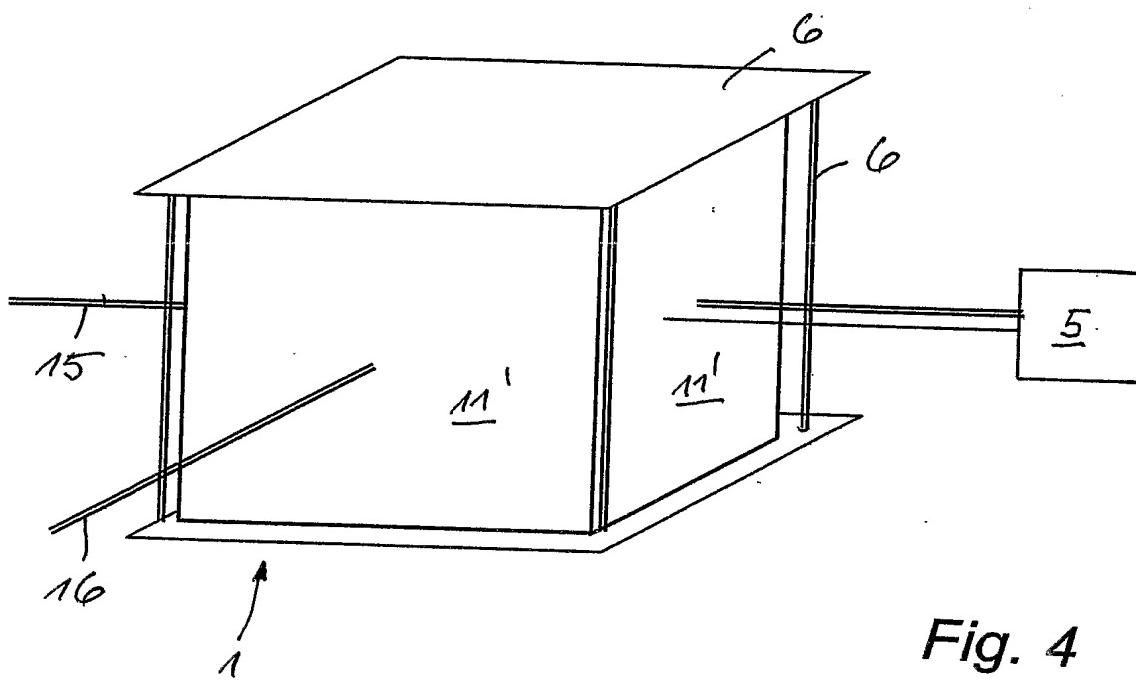
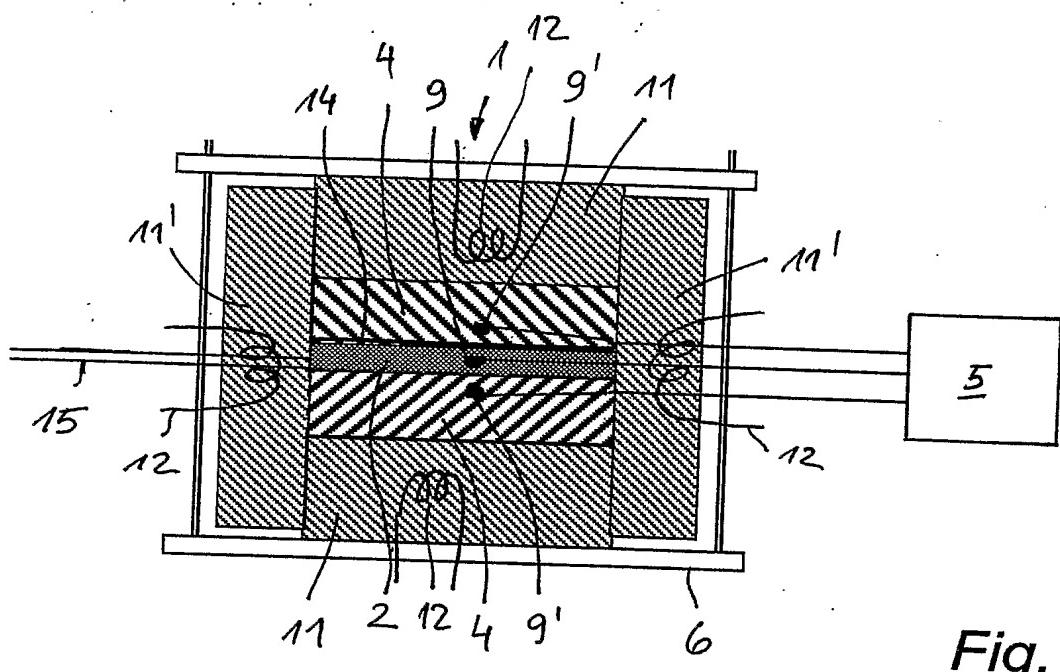


Fig. 2

A 832/2004

Urtext



A 8 32 / 200 4

Unterk.

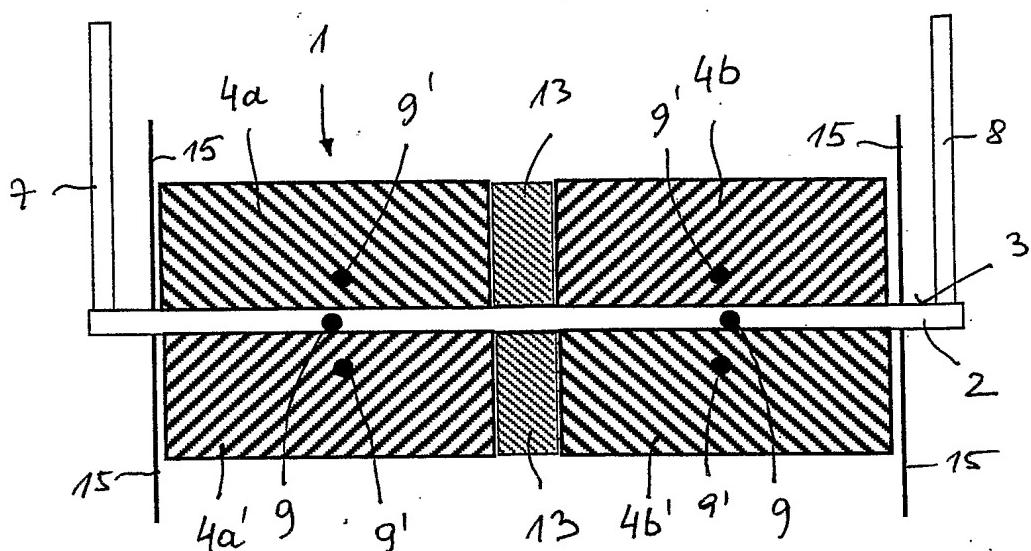


Fig. 5

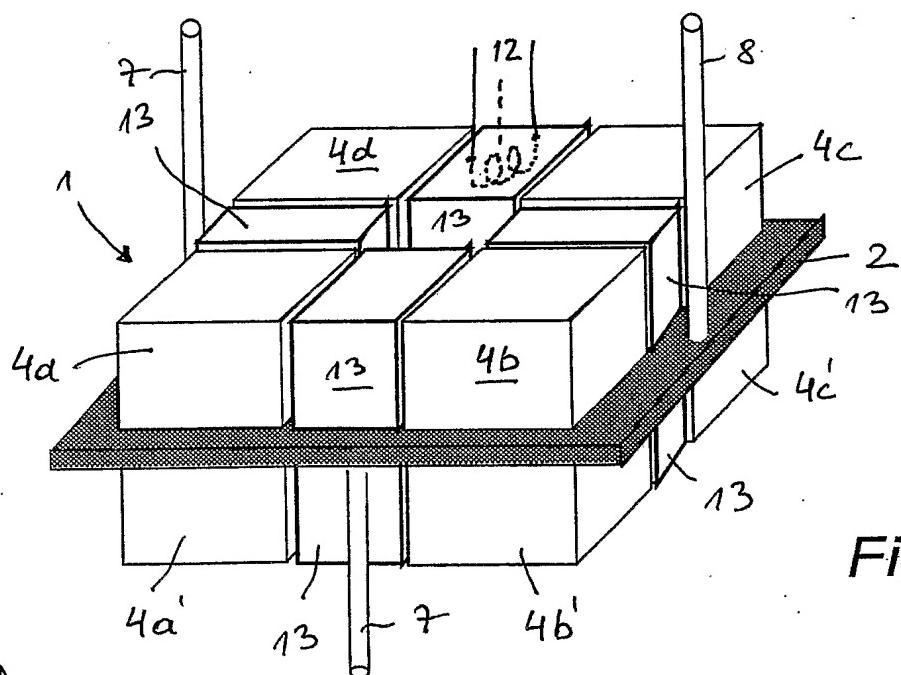


Fig. 6

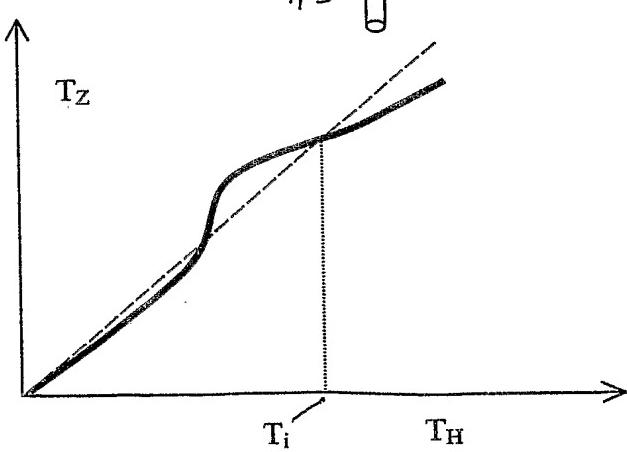


Fig. 8

A 832/2004

Urtext

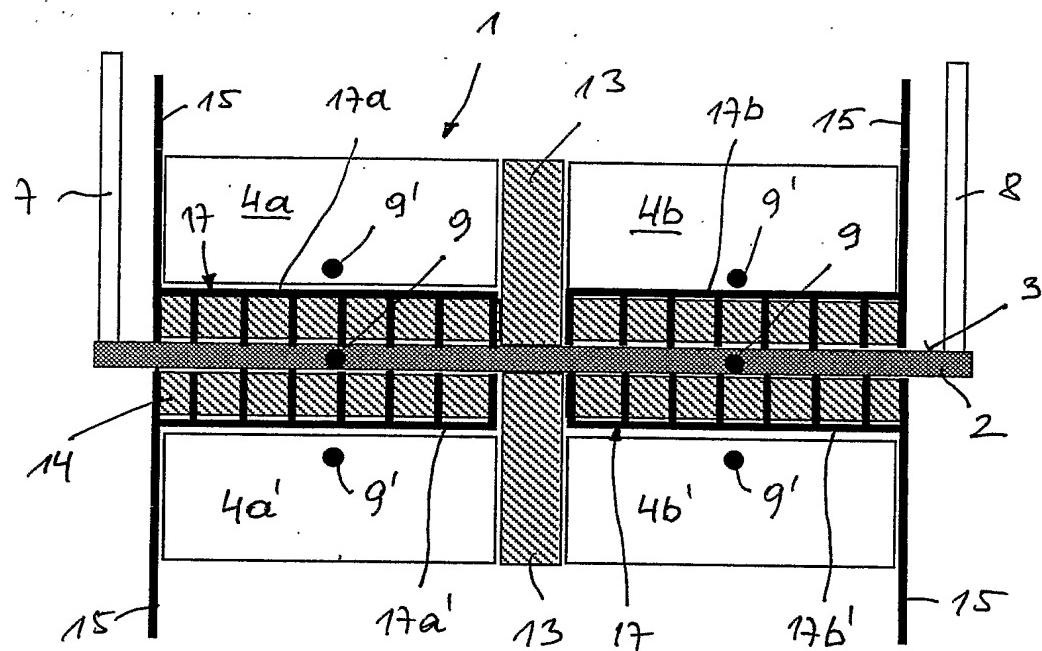


Fig. 7